

7-230931

Abstract

PURPOSE:To develop a manufacturing method wherein a high tension transformer is obtained having an excellent impregnating property to a high tension coil, heat conductivity and crack-proof property.

CONSTITUTION:After the filler of average particle diameter of 100 μ m or more has been filled in the case or the mold in which a high voltage transformer part is housed, an epoxy resin composition, containing the filler of average particle diameter of 50 μ m or less in quantity less than 300 pts.wt. based on the epoxy resin of 100 pts.wt., is vacuum injected and it is hardened in this high voltage transformer manufacturing method.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-230931

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 41/12 27/02	B	8123-5E	H 0 1 F 15/ 02	L

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平6-40887	(71) 出願人	000004455 日立化成工業株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)3月11日	(72) 発明者	安 克彦 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社山崎工場内
(31) 優先権主張番号	特願平5-327095	(72) 発明者	鈴木 雅博 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社山崎工場内
(32) 優先日	平5(1993)12月24日	(72) 発明者	大森 英二 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社山崎工場内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 若林 邦彦

(54) 【発明の名称】 高圧トランスの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 高圧コイルへの含浸性、熱伝導性及び耐クラック性に優れた高圧トランスを効率よく製造しうる方法の開発。

【構成】 高圧トランス用部品が収納されたケースまたは金型内に、平均粒子径が100 μ m以上のフィラーを充填した後、平均粒子径が50 μ m以下のフィラーを、エポキシ樹脂100重量部に対して300重量部以下の量で含有するエポキシ樹脂組成物を真空注入し、硬化させることを特徴とする高圧トランスの製造方法である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高圧トランス用部品が収納されたケースまたは金型内に、平均粒子径が $100\mu\text{m}$ 以上のフィラーを充填した後、平均粒子径が $50\mu\text{m}$ 以下のフィラーをエポキシ樹脂100重量部に対して300重量部以下の量で含有するエポキシ樹脂組成物を真空注入し、硬化させることを特徴とする高圧トランスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気機器として好適な高圧トランスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、高圧トランスの製造方法としては、ケースに高圧コイル、回路部品などの高圧トランス用部品をセットし、エポキシ樹脂と無機フィラーとの均一混合物に、酸無水物及び硬化促進剤又はアミン化合物を混合したエポキシ樹脂組成物を常圧又は真空下で注入して硬化させるポットリング法が知られている。しかし、この方法では混合時の粘度及び注入作業性の面から混合する無機フィラーの添加量に限界があり、例えば、重量比でフィラー1.0に対するエポキシ樹脂組成物の使用割合は、0.4が限度である。このため製品価格が高くなってしまいが、これ以上フィラーを配合すると高圧コイルに対する含浸性が低下する欠点がある。

【0003】また、エポキシ樹脂組成物が硬化する際に体積収縮を生じるため、硬化物にクラックが生じ、内蔵されているコイル及び部品やケースに剥離やクラックが発生し易く、また、熱伝導率が悪いために電気機器の温度が高くなり、使用する温度が制限されるなどの問題がある。さらに、エポキシ樹脂組成物と無機フィラーを混合して真空下で脱泡した後注入作業を行うため、エポキシ樹脂組成物の硬化時間の長いものを使用する必要があり、注入後の硬化時間も長くなり、作業工程の合理化、省エネルギー化に限界がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来技術の欠点を解消し、高圧コイルへの含浸性、熱伝導性及び耐クラック性に優れた高圧トランスを効率よく製造する方法を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、高圧トランス用部品が収納されたケースまたは金型内に、平均粒子径が $100\mu\text{m}$ 以上のフィラーを充填した後、平均粒子径が $50\mu\text{m}$ 以下のフィラーを、エポキシ樹脂100重量部に対して300重量部以下の量で含有するエポキシ樹脂組成物を真空注入し、硬化させることを特徴とする高圧トランスの製造方法に関する。

【0006】本発明においては、高圧トランス用部品が収納されたケースまたは金型内に、まず平均粒子径が $100\mu\text{m}$ 以上のフィラー（以下、フィラー（A）とい

う）を充填する。好ましい平均粒子径は、 $200\sim 2000\mu\text{m}$ である。なお、この平均粒子径は、JIS-Z2602-1976によって測定されるものである。この平均粒子径が $100\mu\text{m}$ 未満では粒子が細かく、粒子と粒子の空隙が小さいため、エポキシ樹脂組成物を注入した際に未含浸部が残り、高圧コイルへの含浸性も劣ることとなる。また、部品間にフィラー（A）が不均一に充填されるため、トランス全体の線膨張係数が不均一となり、ヒートサイクル時にコイルや部品の周辺に剥離やクラックが発生したり、熱伝導率が低下する。

【0007】本発明に用いるフィラー（A）の種類には特に制限はなく、例えば、硅砂、シリカ、アルミナ、クレー、マイカ、ガラスビーズなどが用いられる。この市販品としては、パールサンド4号、パールサンド6号、三河硅砂V-3（トウチュウ社製商品名）、モランダム-A（昭和電工社製）、GB-AG、GB-AC、GB-B（東芝パロティーニ社製）などが挙げられる。これらは単独で使用してもあるいは2種以上を併用してもよい。

【0008】次に、本発明においては、エポキシ樹脂組成物を真空注入するが、このエポキシ樹脂組成物には、平均粒子径が $50\mu\text{m}$ 以下のフィラー（以下、フィラー（B）という）が混合される。このフィラーの好ましい平均粒子径は $5\sim 20\mu\text{m}$ である。なお、この平均粒子径は、セディグラフ（MICROMERITICS社製）を用いて測定される。この平均粒子径が $50\mu\text{m}$ を超えると、エポキシ樹脂組成物の保管中にフィラー

（B）の沈降が早く、目的とするエポキシ樹脂組成物が得られない。また、エポキシ樹脂組成物をフィラー

（A）上に注入した際に未含浸部分が残し、熱伝導性が低下し、絶縁性が損なわれる。さらに、部品間にフィラー（B）が不均一に充填されるため、トランス全体の線膨張係数が不均一となり、ヒートサイクル時にコイルや部品の周辺に剥離、クラックが発生する。フィラー

（A）に対するエポキシ樹脂組成物の量は、フィラー（A）全体にエポキシ樹脂組成物が十分に含浸される量とされる。

【0009】また、フィラー（B）は、エポキシ樹脂100重量部に対して300重量部以下の配合量で用いる。エポキシ樹脂が反応性希釈剤を含む場合は、エポキシ樹脂及び反応性希釈剤の総量100重量部に対してフィラー（B）は300重量部以下とされる。フィラー（B）が300重量部を超えると、コイルへの含浸性が損なわれ、コロナの発生による絶縁破壊を招き、高圧トランスとしては致命的な欠陥となる。フィラー（B）は用いなくてもよい。

【0010】フィラー（B）としては、例えば、結晶シリカ、熔融シリカ、水和アルミナ、酸化アルミナ、タルク、炭酸カルシウム、マイカ、ガラスビーズ、水酸化マグネシウム、クレーなどが用いられる。この市販品とし

ては、CRT-AA、CRT-D、RD-8（龍森社製）、C-303H、C-315H、C-308（住友化学社製）、SL-700（竹原化学社製）などが挙げられる。フィラー（B）は、単独であるいは2種以上併用することもできる。

【0011】本発明に用いられるエポキシ樹脂は、1分子中に少なくとも1個のエポキシ基を有するものであり、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、多価アルコールのポリグリシジルエーテルなどを用いることができる。これらの樹脂としては、特に制限はないが、常温で液状のものが好ましく、市販品としては、エピコート828（シェル化学社製、商品名）、GY-260（チバガイギー社製、商品名）、DER-331（ダウケミカル社製商品名）などが挙げられる。これらは併用して用いることもできる。エポキシ樹脂は、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ブタンジオールジグリシジルエーテル等の反応性希釈剤を含んでいてもよい。

【0012】本発明の方法に用いるエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂とともに硬化剤を含有する。硬化剤としては、酸無水物及び硬化促進剤、又はアミノ化合物が用いられる。上記酸無水物としては、特に制限はないが、常温で液体のものが好ましく、例えば、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルエンドメチレン無水フタル酸、ドデセニル無水フタル酸などが用いられる。市販品としては、HN-2200（日立化成社製、商品名）、QH-200（日本ゼオン社製、商品名）などが挙げられる。これらは単独で又は2種以上組合せて用いることもできる。該酸無水物の配合量は、エポキシ樹脂100重量部に対して50～150重量部であるのが好ましい。

【0013】上記酸無水物の硬化促進剤としては、例えば、2-エチル-4-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-4-メチルイミダゾール、1-ベンジル-2-エチルイミダゾール等のイミダゾール及びその誘導体、トリスジメチルアミノフェノール、ベンジルジメチルアミン等の第3級アミン類などが用いられる。市販品としては、2E4MZ（四国化成社製、商品名）、BDMA（花王社製、商品名）などが挙げられる。これらの硬化促進剤の配合量は、酸無水物100重量部当たり0.1～5.0重量部が好ましい。

【0014】上記アミン化合物としては、芳香族ポリアミンとその変性物、脂肪族ポリアミンとその変性物などが挙げられ、例えば、ジアミノジフェニルメタンとエポキシ樹脂の付加物などが用いられる。市販品としては、EH-520（旭電化社製、商品名）、EH-551（アデカ社製、商品名）、アンカミン2007（アンカーケミカル社製）などが挙げられる。これらは、単独又

は2種以上の組合せで用いることができる。これらのアミノ化合物の配合量は、エポキシ樹脂100重量部に対して5～50重量部が好ましい。

【0015】エポキシ樹脂組成物には、必要に応じて赤リン、ヘキサブromベンゼン、ジブromフェニルグリシジルエーテル、ジブromクレジルグリシジルエーテル、三酸化アンチモン等の難燃剤、ベンガラ、酸化第二鉄、カーボン、チタン白等の着色剤、シラン系カップリング剤、シリコン剤等の消泡剤、モノグリシジルエーテル、ジグリシジルエーテル等の希釈剤などを配合することができる。

【0016】本発明を実施するには、上記のように、高压トランス用部品が収納されたケースまたは金型内に、まずフィラー（A）を充填する。次いで、エポキシ樹脂及び硬化剤を含むエポキシ樹脂組成物あるいはエポキシ樹脂、硬化剤及びフィラー（B）を含むエポキシ樹脂組成物を予熱し、真空下に脱泡した後、上記ケース内に真空下で注入し、常圧に戻し、その後加熱して硬化させればよい。金型を用いた場合には、硬化後金型から取りはずされる。

【0017】本発明の製造方法により得られる高压トランスとしては、例えば、プラスチック又は金属製のケースに高压コイル、電子部品、電気部品等の高压トランス用部品を収納したトランス、フライバックトランス、ネオントランス、イグニッションコイルあるいはこれらのケースレスタイプのトランス等が挙げられる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明はこれによって制限されるものではない。なお、例中の「部」は、特に断りのない限り「重量部」を意味する。なお、フィラー（A）及び（B）の平均粒子径の測定及び諸性能の評価は、下記の方法によって行った。

【0019】（1）フィラー（A）の平均粒子径

JIS-Z2602-1976「鋳物砂の粒度分布試験方法」に準じて粒度分布を測定し、累積重量%が50重量%となったときの粒子径を平均粒子径とした。

（2）フィラー（B）の平均粒子径

セディグラフ5000EP（島津製作所社製）を用い、スタート粒子径を50μmとしてヘキサメタリン酸ナトリウム0.1重量%の水溶液にフィラー（B）を約8重量%の濃度で加え、予備分散として超音波洗浄を20分間行い、粒度分布を測定し、累積重量%が50重量%となったときの粒子径を平均粒子径とした。

【0020】（3）実機含浸率

変性ポリフェニレンオキシドのポビン（12スリット）に直径0.04mmのウレタン線を各500ターン以上巻き付けたモデルコイルをポリブチレンテレフタレート製のケースに入れ、これを用いて各実施例及び比較例で製造した高压トランスを中央部より切断、研磨し、コイル

の巻線間へのエポキシ樹脂組成物の含浸率を100倍の顕微鏡で観察した。含浸率は、各スリット毎に下記の式により算出し、最後に平均値を算出した。

【数1】

$$\text{含浸率 (\%)} = (1 - V/T) \times 100$$

〔但し、Tはコイルのエナメル線巻数、Vは巻線間のボイドの数である。〕

求めた平均含浸率を下記の基準で評価した。

○：平均含浸率99%以上

△：平均含浸率95%以上99%未満

×：平均含浸率95%未満

【0021】(4) フィラー(A)への含浸性

上記(3)の実機含浸性の評価に用いた切断面を100倍の顕微鏡で観察し、フィラー(A)に対するエポキシ樹脂組成物の含浸状態を観察し、次に基準で評価した。

○：フィラー(A)の粒子間にエポキシ樹脂組成物が含浸している。

×：未含浸部分が認められる。

(5) 熱伝導率

直径50mmのポリエチレン製ビーカーにフィラー(A)を加振しながら充填する。次に、エポキシ樹脂組成物を注入し、10mmHgの減圧下で10分間放置し、常圧、80℃で3時間硬化させ、直径50mm、厚さ10mmの円板状の試験片を作製し、熱伝導率測定器(ダイナテック社製)で熱伝導率(cal/cm・sec・℃)を求めた。

【0022】(6) 耐クラック性

(3)と同じ方法で注型して試験片を作製し、JIS-C2105「電気絶縁用無溶剤液状レジン試験方法」の耐クラック性試験に準じて試験した。クラック試験片は5個とし、所定の冷熱サイクルを行い、サイクル毎にクラック発生の有無を確認し、最初にクラックが発生したサイクル数を記載した。

(7) 線膨張係数

熱伝導率の測定試験片を用いて5mm×5mm×2mmの試験片を切り出し、TMA熱物性試験器(理学電気社製)を用いて線膨張係数(℃⁻¹)を求めた。

【0023】以下の実施例及び比較例に用いた材料は、下記のものである。

フィラー(A)

・パールサンド4号(トウチュウ社製珪砂、平均粒子径417μm)

・GB-AC(東芝バロティーニ社製ガラスビーズ、平均粒子径200μm)

・EC-40(瀬戸窯業社製結晶シリカ、平均粒子径40μm)

フィラー(B)

・CW-308(住友化学社製水和アルミナ、平均粒子径8μm)

・CRT-AA(龍森社製結晶シリカ、平均粒子径7μm)

・EC-15(瀬戸窯業社製結晶シリカ、平均粒子径15μm)

・EC-H(瀬戸窯業社製結晶シリカ、平均粒子径150μm)

【0024】エポキシ樹脂:DER-331(ダウケミカル社製)

反応性希釈剤:旭電化社製ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、商品名ED-506

酸無水物:HN-2200

硬化促進剤:2E4MZ-CN

【0025】実施例1及び2

変性ポリフェニレンオキシドのボビン(12スリット)に直径0.04mmのウレタン線を各500ターン以上巻き付けたモデルコイルをポリブチレンテレフタレート製のケースに入れ、表1に示したフィラー(A)をモデルコイルの上端から3mm上に達するまで充填した。次に、表1に示した配合のエポキシ樹脂組成物(フィラー(B)を含まない)を120℃で3.0時間予熱後、0.5Torrの真空下で15分間脱泡した後、2Torrの真空下で上記ケース内に注入し、常圧に戻した。次に、100℃で3時間、さらに140℃で3時間加熱して硬化させた。得られた高圧トランスについて、各特性を調べたところ、表1に示したとおり、いずれの場合も実機含浸性及びフィラー(A)への含浸性は良好で、熱伝導率も高く、線膨張係数は小さく、また、耐クラック性も良好であった。なお、表1において、配合の単位は重量部である。

【0026】実施例3~6

表1に示したフィラー(A)及び表1に示した配合のエポキシ樹脂組成物を用いた以外は、実施例1と同様の方法で高圧トランスを作製し、得られた高圧トランスについて、各特性を調べたところ、表1に示したとおり、いずれの場合も実機含浸性及びフィラー(A)への含浸性は良好で、熱伝導率も高く、線膨張係数は小さく、また、耐クラック性も良好であった。

【0027】比較例1

実施例3においてフィラー(A)を用いないこと以外は、実施例3と同様にして高圧トランスを作製し、各特性を調べたところ、表1に示したとおり、熱伝導率は低く、線膨張係数が小さく、耐クラック性に劣っていた。

【0028】比較例2

実施例3においてフィラー(A)を用いず、フィラー(B)として水和アルミナの配合量を35.0重量部とした以外は、実施例3と同様にして高圧トランスを作製し、各特性を調べたところ、表1に示したとおり、実機含浸性、耐クラック性に劣っていた。

【0029】比較例3

実施例3においてフィラー(B)として水和アルミナの代わりに、平均粒子径150μmの結晶シリカを用いた以外は、実施例3と同様にして高圧トランスを作製し、

各特性を調べたところ、表1に示したとおり、実機含浸性、フィラー（A）への含浸性及び耐クラック性が劣り、線膨張係数にもバラツキがでた。

【0030】比較例4

実施例5においてフィラー（A）として平均粒子径40 μ mの結晶シリカを用いた以外は、実施例5と同様にし

て高圧トランスを作製し、各特性を調べたところ、表1に示したとおり、実機含浸性、フィラー（A）への含浸性及び耐クラック性が劣り、線膨張係数にもバラツキがでた。

【0031】

【表1】

表 1

			実 施 例						比 較 例				
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
エポキシ樹脂組成物	主剤	エポキシ樹脂	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
		反応性希釈剤	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
		フィラー(B)	水和アルミナ(8 μ m)	—	—	200	—	—	—	200	350	—	—
			結晶シリカ(7 μ m)	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—
			結晶シリカ(15 μ m)	—	—	—	—	200	200	—	—	—	200
	結晶シリカ(150 μ m)		—	—	—	—	—	—	—	—	200	—	
	硬化剤	酸 無 水 物	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
		硬化 促 進 剤	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	フィラー(A)	珪 砂 (417 μ m)	700	—	700	700	700	700	—	—	700	—	
		ガラスビーズ (200 μ m)	—	700	—	—	—	—	—	—	—	—	
		結 晶 シ リ カ (40 μ m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	700	
実 機 含 浸 率			○	○	○	○	○	○	○	×	△	×	
フィラー(A)への含浸率			○	○	○	○	○	○	—	—	×	×	
熱 伝 導 率 ($\times 10^{-4}$ cal/cm \cdot sec \cdot °C)			33	33	35	35	35	36	7	35	32	32	
耐クラック性(サイクル数)			21	21	21	21	21	21	2	8	14	12	
線 膨 張 係 数 ($\times 10^{-6}$ °C $^{-1}$)			1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	5.0	2.8	2.2~ 6.0	2.4~ 6.0	

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、高圧コイルやフィラー

への含浸性、熱伝導性及び耐クラック性に優れた高圧トランスを効率よく製造することができる。

THIS PAGE BLANK (USPTO)